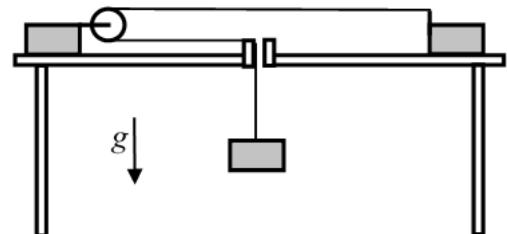


<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

1. Три груза

Два тела одинаковой массы находятся на гладком горизонтальном столе. Идеальная нить закреплена на правом теле, пропущена через невесомый блок, прикрепленный к левому телу, и опущена в отверстие в столешнице. К свисающему концу нити подвешено третье тело той же массы, что и лежащие на столе. Чему будут равны ускорения тел, если систему отпустить? Ускорение свободного падения равно g .



Возможное решение:

Если натяжение нити T , то для третьего тела $T = ma_1$, для второго $2T = ma_2$, для первого $mg - T = ma_3$.

Кинематическая связь $a_1 + 2a_2 = a_3$.

Ответ: $a_3 = \frac{5g}{6}$, $a_2 = \frac{g}{3}$, $a_1 = \frac{g}{6}$

Критерии оценивания:

	<i>этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>балл</i>
1	Расставлены силы	рисунок	1
2	Записан второй закон Ньютона для каждого из тел	$mg - T = ma_3$ $2T = ma_2$ $T = ma_1$	3
3	Правильно записана кинематическая связь (с учетом направлений движения каждого из тел)	$a_1 + 2a_2 = a_3$	3
4	Найдены ускорения тел (по одному баллу за каждое)	$a_3 = \frac{5g}{6}$, $a_2 = \frac{g}{3}$, $a_1 = \frac{g}{6}$	3
		Итого:	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

2. Шарик в коробке

Закрытый прямоугольный ящик высотой h стоит на горизонтальной поверхности. Шарик прыгает вертикально внутри ящика, причем все столкновения шарика со стенками ящика являются упругими. Промежуток времени между двумя последовательными ударами шарика о дно ящика равен t . Найти отношение средних сил, с которыми шарик действует на крышку ящика и его дно. Ускорение свободного падения g . Импульсом силы тяжести при ударах можно пренебречь.

Возможное решение:

Отношение сил равно отношению изменениям импульса при ударе о верхнюю и нижнюю стенки, то есть отношению скоростей $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2mv_1}{2mv_2} = \frac{v_1}{v_2}$ (3 балла).

Время полета шарика от дна до крышки равно $\frac{t}{2}$ (1 балл)

Запишем уравнения для скорости и перемещения по вертикали:

$$\begin{cases} h = \frac{v_2 t}{2} - \frac{g(\frac{t}{2})^2}{2}, \text{ тогда (или сразу)} \\ v_1 = v_2 - g \frac{t}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} h = \frac{(v_2 + v_1)}{2} \cdot \frac{t}{2} \\ v_2 - v_1 = g \frac{t}{2} \end{cases} \quad (4 \text{ балла})$$

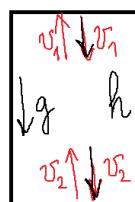
Откуда получаем скорости

$$v_1 = \frac{2h}{g} - g \frac{t}{4} \text{ и } v_2 = \frac{2h}{g} + g \frac{t}{4} \quad (2 \text{ балла}).$$

Найдем отношение сил:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2} \quad (1 \text{ балл}), \text{ при } t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}, \text{ иначе } \frac{F_1}{F_2} = 0 \quad (1 \text{ балл})$$

Ответ: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2}$ при $t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}$, иначе $\frac{F_1}{F_2} = 0$



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

Критерии оценивания:

		<i>баллы</i>
1.	Отношение сил равно отношению изменений импульса при ударе о верхнюю и нижнюю стенки	1
2.	Изменение импульса при ударе равно $2mv$	1
3.	Получено $\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1}{v_2}$	1
4.	Записано уравнение для перемещение по вертикали	1
5.	Записано уравнение для скоростей по вертикали	1
6.	Найдена скорости $v_1 = \frac{2h}{g} - g \frac{t}{4}$ и $v_2 = \frac{2h}{g} + g \frac{t}{4}$	2
7.	Найдено отношение сил $\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2}$	1
8.	Найдено условие на время (или h) $t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}$	1
9.	$t \geq \sqrt{\frac{8h}{g}}, \frac{F_1}{F_2} = 0$ (шарик не долетает до крышки)	1
	Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

3. Столкновение в воздухе

Два тела бросили одновременно с поверхности земли, одно вертикально вверх, другое под неизвестным углом к горизонту. Точки броска находились на расстоянии L друг от друга. Начальная скорость тела, брошенного вертикально вверх, составляла V , скорость второго была в два раза больше. Тела столкнулись в воздухе. Найдите, через какое время от момента запуска и на какой высоте это произошло? Под каким углом было запущено второе тело? Ускорение свободного падения g . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение:

Введем ось y , вертикально вверх, ось x горизонтально, начало отсчета в месте запуска тела брошенного под углом.

Запишем координаты тел: $y_1 = 2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$; $x = 2vt \cos \alpha$, $y_2 = vt - \frac{gt^2}{2}$; $x = L$.

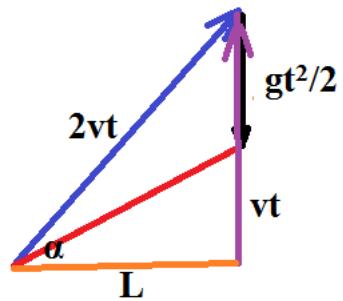
Приравняем соответствующие координаты: $2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$

Откуда получим $\sin \alpha = 1/2$, т.е. угол $\alpha = 30^\circ$. Тогда из $2vt \cos \alpha = L$ найдем время $t = \frac{L}{2v \cos \alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$ и высоту $h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$. Запишем условие на то, что столкновение произошло в воздухе $\frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2} > 0$, т.е. $L < \frac{2\sqrt{3}v^2}{g}$ или $v^2 > \frac{gL}{2\sqrt{3}}$.

Примечание. Задача может быть решена векторно: рисуется векторный треугольник $\vec{s} = 2\vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$, и $\vec{h} = \vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$ где сразу определяется угол $\sin \alpha = 1/2$; $\alpha = 30^\circ$ (катет против угла 30° равен половине гипотенузы).

Далее $t = \frac{L}{2v \cos \alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$ и $h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$ из геометрии.

(В этом случае автоматически засчитываются пункты 1,2,3 в разбалловке при правильном рисунке.)



Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

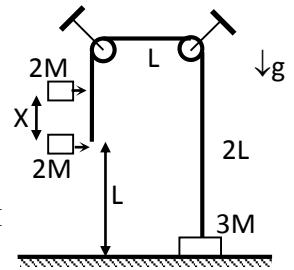
Критерии оценивания:

	этапы решения	соотношения	балл
1	Записаны координаты тела, брошенного под углом	$y_1 = 2vt \sin\alpha - \frac{gt^2}{2}; x = 2vt \cos\alpha$	2
2	Записаны координаты тела, брошенного вверх	$y_2 = vt - \frac{gt^2}{2}; x = L$	2
3	При встрече координаты равны	$2vt \sin\alpha - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}; 2vt \cos\alpha = L$	1
4	Найден угол (любая тригонометрическая функция угла) + сам угол	$\sin\alpha = 1/2; \alpha = 30^\circ.$	2
5	Найдено время	$t = \frac{L}{2v\cos\alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$	1
6	Найдена высота	$h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$	1
7	Выписано условие на $h > 0$	$\frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2} > 0$, т.е. $L < \frac{2\sqrt{3}v^2}{g}$ или $v^2 > \frac{gL}{2\sqrt{3}}$	1
		Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

4. Упругий шнур

Через два маленьких блока перекинут невесомый однородный резиновый шнур длиной $4L$. К одному концу шнура прикреплен груз с массой $3M$, который лежит на полу. К другому концу, а также выше него на расстоянии $X < L$ к шннуру прикрепляют одинаковые грузы с массами $2M$ и медленно их отпускают. При каком значении жесткости шнура k груз с массой $3M$ будет касаться пола и в новом положении равновесия? Размерами грузов пренебречь.



Возможное решение:

Груз $3M$ будет касаться пола, если натяжение шнура будет меньше $3Mg$ (+0.5б). Это возможно, только если нижний груз слева (по рисунку) будет лежать на полу (+0.5б). Подвешиваемые грузы делят шнур на два более коротких отрезка, с жесткостями $4kL/X$ (+1б) и $4kL/(4L-X)$ (+1б). Для последовательно соединенных пружин складываются $1/k$, или проще, пружина в n раз большей длины имеет в n раз меньшую жесткость.

В граничном случае растяжение более длинной правой части шнура составит $L_1=3Mg(4L-X)/(4kL)$ (+1б), более короткий шнур между подвешиваемыми грузами будет иметь натяжение Mg (+1б) и растяжение $L_2=MgX/4kL$ (+1б).

Из условия $L_1+L_2=L$ (+1б) следует, что в такой ситуации $k=\frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+2 балла за граничное значение). Значит, груз с массой $3M$ останется лежать на полу при жесткостях, отвечающих условию $k < \frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+1 балл за явно сформулированное утверждение)

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

Критерии оценивания:

	<i>этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>балл</i>
1	Условие касания пола груза $3M$	$T < 3Mg$	0,5
2	При этом нижний груз слева (по рисунку) на полу	Можно рисунком	0,5
3	Найдены жесткости соответствующих участков	$4kL/X$ и $4kL/(4L-X)$	2
4	Растяжение более длинной правой части шнура в граничном случае	$L_1=3Mg(4L-X)/(4kL)$	1
5	напряжение более короткого шнура между подвешиваемыми грузами из условия равновесия среднего груза	$T_2 = 3Mg - 2Mg = Mg$	1
6	Растяжение нижнего груза	$L_2 = MgX/4kL$	1
7	Суммарное растяжение	$L_1 + L_2 = L$	1
8	Найдено k	$k = \frac{6L-X}{2L^2} Mg$	2
9	Сделан вывод, при каких значениях груз $3M$ останется лежать на полу	$k < \frac{6L-X}{2L^2} Mg$	1
		Итого:	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

5. ВАХ светодиода

На уроке физики Иван и Александр узнали, что полупроводниковые диоды имеют одностороннюю проводимость, причём у каждого типа диодов определённое напряжение открытия – это пороговое значение, при превышении которого диод начинает проводить электрический ток. Светодиоды при прямом включении ещё и светятся.

Чтобы лучше изучить светодиод модели АЛ307, ребята подключили его с учётом полярности вместе с токоограничивающим резистором к регулируемому источнику. Меняя напряжение источника, юные физики фиксировали силу тока в цепи.



<i>U, В</i>	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
<i>I, мА</i>	0	0	0,1	6,6	15,2	23,9	32,9	42,1	51,2	60,2	69,6	79,2

Построив вольт-амперную характеристику, ребята увидели сомнительный участок и сняли в этом интервале дополнительные значения.

<i>U, В</i>	1,6	1,7	1,8	1,9
<i>I, мА</i>	0,8	1,9	3,4	4,9

Используя экспериментальные данные, необходимо: 1) построить график зависимости силы тока в цепи от напряжения; 2) по графику определить сопротивление токоограничивающего резистора; 3) на этом же графике построить вольтамперную характеристику светодиода.

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

Примерное решение и критерии оценивания

1) Построен график зависимости I (U) **5 баллов**

- *верно подписаны и оцифрованы оси* 1 балл
- *подходящий масштаб (не менее 50%)* 1 балл
- *нанесены ВСЕ точки из таблицы* 1 балл
- *верно проведена линия графика, имеющая прямой участок (голубой цвет)* 2 балла

2) С помощью графика определён угловой коэффициент прямой, из которой определено сопротивление токоограничивающего резистора **3 балла**

- *из графика найдено $R = \frac{\Delta U}{\Delta I} \approx \frac{3,15\text{В}}{0,057\text{А}} \approx 55 \text{ Ом}$*
- *за верный метод и адекватный выбор значений для расчёта численного значения, т.е. достаточно большой треугольник показан на графике* 2 балла

(если маленький треугольник, то 0,5 балла; если совсем нет пометки на графике, то 0 баллов)

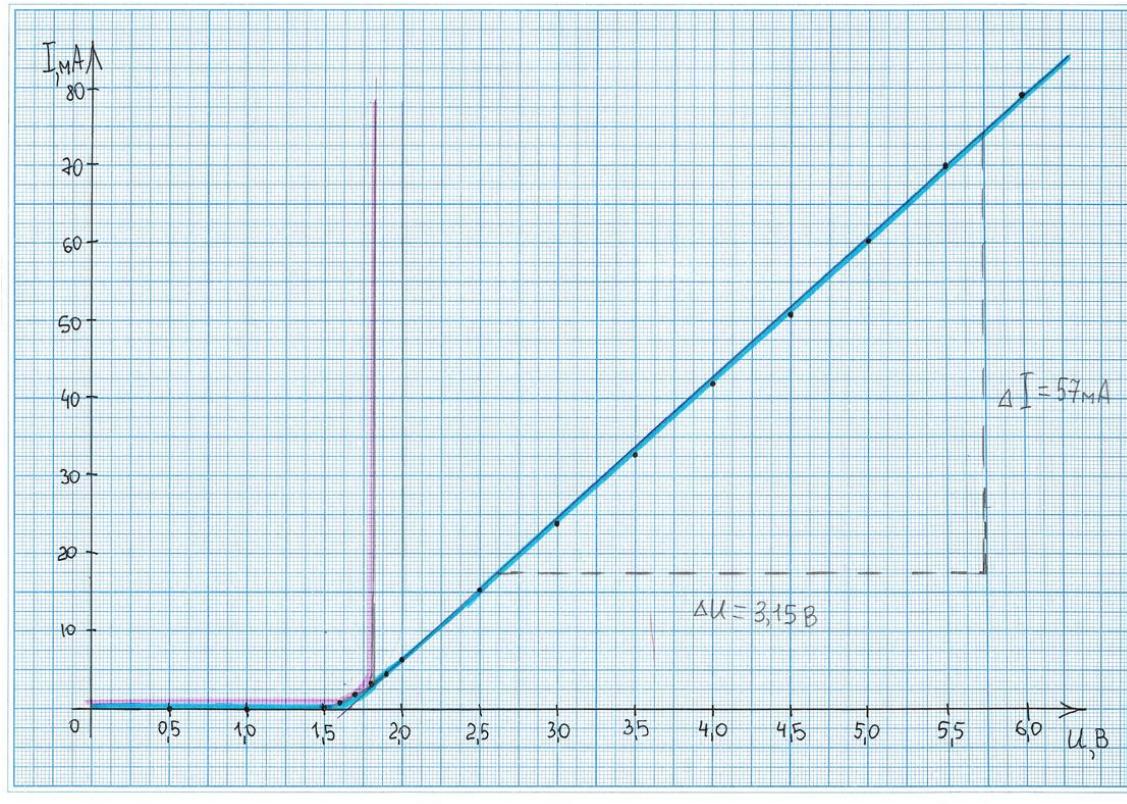
- *численное значение в пределах 54 – 56 Ом* 1 балл
- (если в пределах 53 – 57 Ом, то 0,5 балла)*

3) Построен график, соответствующий вольт-амперной характеристике светодиода с вертикальным участком в районе 1,75 В. (1,5 – 1,8 В) **2 балла**

- *рассказано как получить ВАХ диода вычитанием ВАХов* 1 балл
- *есть вертикальный участок в районе 1,75 В.* 1 балл

Напряжение открытия составляет примерно (1,5 – 1,8 В).

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. **Наличие лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратиться или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады *Юлдашевой Марии Рашидовне*.